

# MANET 환경에서 주소 영역기반 주소할당 분산기법

안 상 현<sup>†</sup> · 임 유 진<sup>††</sup> · 유 현<sup>†††</sup>

## 요 약

시간과 장소에 상관없이 인터넷 서비스를 제공 받고자 하는 인터넷 사용자들의 요구가 증가함에 따라 MANET(Mobile Ad-Hoc Network) 환경에서도 인터넷 연결성을 제공하기 위한 연구들이 주목을 받고 있다. 기존 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol) 기반 방식의 경우는 망 내 노드들에게 주소를 할당하기 위하여 다중 홉 거리에 있는 DHCP 서버와 메시지를 교환해야 하기 때문에 메시지 손실이 쉽게 발생할 수 있으며, 이로 인해 주소 설정의 안정성이 감소하고 주소 설정 시간이 증가하는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 노드가 DHCP 서버로부터 하나의 주소만을 할당 받는 것이 아니라 일정 크기의 주소 영역을 할당 받을 수 있게 하였다. 또한 주소 영역을 할당 받은 노드가 이웃의 주소 요청 노드들에게 자신의 주소 영역 중 일부를 할당할 수 있도록 하는 새로운 주소 설정 기법을 제안하였다. 모의 실험을 통하여 제안 기법이 기존 DHCP 기법에 비하여 주소 설정 시간과 제어 메시지 수 측면에서 각기 77%와 61%의 성능을 향상시킬 수 있음을 보였다.

키워드 : MANET, DHCP, 주소 할당, 주소 영역

## Distributed Address Configuration Mechanism Using Address Pool in MANET

Ahn Sanghyun<sup>†</sup> · Lim Yujin<sup>††</sup> · Yu Hyun<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

As it becomes increasingly important that Internet access is available anywhere at any time, providing MANET (Mobile Ad-Hoc Network) with the Internet access attracts more attention. The existing DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) address configuration schemes require message exchanges between MANET nodes and the DHCP server through multi-hop routes. Messages can be easily dropped in the wireless multi-hop communication environment and the address configuration may be instable and need long delay. In this paper, we propose a new address configuration scheme using the concept of address pool allocation. In the proposed scheme, the DHCP server assigns a part of its address pool to a node instead of a single address and the node can assign a part of its own address pool to its neighbor nodes. Through simulation studies, we show that our scheme yields about 77% of the address configuration delay and 61% of the control message overhead of the existing DHCP based mechanism.

Keywords : MANET, DHCP, Address Configuration, Address Pool

## 1. 서 론

최근 수년간 휴대용 단말의 빠른 보급과 무선 이동 통신 기술의 발전으로 인하여 시간과 장소의 구애 없이 각종 인터넷 서비스를 제공 받으려는 인터넷 사용자들의 요구가 증가하고 있다. 따라서 그 동안 외부 망과의 연결 없이 독립 망을 구성하여 망 내 노드간 통신 서비스 제공에 치중했던

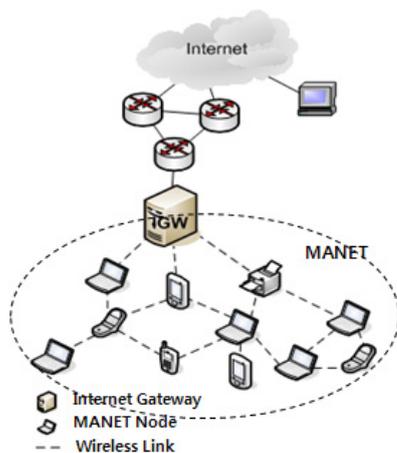
MANET(Mobile Ad-Hoc Network)[1] 환경에서도 MANET 노드와 외부 망, 즉 인터넷 망,과의 연결 제공에 대한 관심이 점차 증가하고 있다. MANET은 크게 standalone MANET과 connected MANET으로 구분할 수 있다[2]. Standalone MANET은 망 내 노드들이 외부 망과의 접속을 요구하지 않고 독립 망을 구성하여 통신을 하는 형태를 말한다. 즉, standalone MANET은 전송되는 패킷의 소스 노드와 목적지 노드가 모두 같은 망 내에 존재하게 되며 노드의 주소가 인터넷 상에서 유일한 주소일 필요가 없다[3]. 따라서 망 내 노드 간 동일한 주소가 설정되지 않도록 하는 망 내 유일성 제공 기법들이 제안되었다[4-5]. Connected MANET은 노드들이 내부에서의 통신뿐만 아니라 외부 망과의 통신 또한 요구하는 환경이다[6]. 외부 망과의 통신 서

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2009-C1090-0902-0035).  
† 정 회 원 : 서울시립대학교 컴퓨터과학부 교수(교신저자)  
†† 정 회 원 : 수원대학교 정보미디어학과 전임강사  
††† 준 회 원 : 서울시립대학교 컴퓨터통계학과 박사과정  
논문접수: 2009년 9월 16일  
수정일: 1차 2009년 9월 29일  
심사완료: 2009년 9월 29일

비스를 제공하기 위하여 connected MANET은 (그림 1)과 같이 인터넷 게이트웨이(IGW: Internet Gateway)를 사용하여 외부 망, 즉 인터넷, 에 연결되며[7], MANET 내부 노드가 MANET 외부 노드와 통신할 수 있도록 MANET 내부 노드들에게 인터넷 유일성을 가지는 주소, 즉 IP 주소, 를 설정해주어야 한다.

노드에게 IP 주소를 할당하는 방법으로는 SAA(Stateless Address Auto-configuration)[8]와 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)[9]의 두 가지 방법이 있다. SAA 방법은 각 노드가 자신의 정보와 인터넷과 IGW의 주소 프리픽스(address prefix)를 조합하여 주소를 생성하고, 생성된 주소가 다른 노드의 주소와 중복되는지 여부를 확인하기 위해 DAD(Duplicated Address Detection)[10] 과정을 수행한다. 그러나 SAA 방법은 단일 홉 통신을 기반으로 개발되었기 때문에 다중 홉 통신을 기반으로 동작하는 MANET 환경에 적합하지 않다. DHCP 방식은 DHCP 서버가 주소 할당을 요청한 MANET 노드에게 IP 주소를 할당해주는 방법이다. DHCP 서버는 인터넷 유일성을 가지는 다수의 IP 주소들을 자신의 주소 영역(address pool)에 보유한다. 특정 노드로부터 IP 주소를 요청하는 메시지를 수신하면 DHCP 서버는 해당 노드에게 주소를 할당해준다. 이 방법에서는 현재 사용 중인 주소와 사용 가능한 주소 목록을 유지하는 것이 중요하다. 유선 망과 같이 토폴로지의 변화가 적은 환경이나 단일 홉 통신 기반 무선 망에서는 안정적으로 주소 사용 유무를 확인할 수 있다. 그러나 노드의 이동이 심하고 다중 홉 무선 통신 기반으로 연결이 불안정한 MANET 환경에서는 주소를 사용하고 있다는 신호나 주소 사용이 종료되었다는 신호를 보낼 수 없거나 신호가 유실될 가능성이 높다. 이러한 문제점은 노드가 주소 설정을 하는데 있어서 안정성 확보를 힘들게 하며 또한 주소 설정 시간을 증가시켜서 외부 망과의 통신을 지연시키게 된다.

본 논문에서는 connected MANET 환경에서 DHCP 방식을 기반으로 보다 안정적이고 신속하게 주소 획득을 할 수 있는 새로운 주소 설정 기법을 제안한다. 다시 말해서,



(그림 1) Connected MANET

DHCP 서버 기능을 하는 IGW가 망 내 주소요청 노드에게 자신의 주소 영역 내에서 하나의 주소를 할당하는 대신 자신의 주소 영역 중 일부 주소 영역을 할당해주는 방식이다. IGW로부터 주소 영역을 할당 받은 노드는 DHCP 서버 기능을 수행하게 되며 이웃의 주소요청 노드들에게 자신의 주소 영역 중 일부를 할당해 줄 수 있게 된다. 이러한 과정을 통해 다중 홉 기반 MANET 환경에서 주소 설정 관련 메시지의 손실이나 전송 지연으로 인하여 발생할 수 있는 주소 설정의 불안정이나 설정지연 시간을 줄일 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 기존 IGW 기반 주소 설정 기법들에 대해 소개한다. 3 장에서는 본 논문에서 제안하는 주소 영역 기반 주소 할당 기법을 설명한다. 4 장에서는 제안된 기법의 성능을 모의 실험을 통하여 분석하고, 마지막으로 5 장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

MANET 환경에서의 주소 설정 기법은 대부분 SAA 방식을 기반으로 제안되었다. IGW가 정기적으로 광고 메시지를 전송함으로써 자신의 존재를 망 내 노드들에게 알리며 각 노드는 광고 메시지에 포함된 IP 주소 프리픽스 정보를 기반으로 주소자동설정 기법에 따라 자신의 주소를 설정하게 된다. 또한 해당 노드는 설정된 자신의 주소를 망 내 다른 노드들에게 알림으로써 자신의 주소 설정을 완료한다.

AMG[11]은 MANET과 외부 인터넷이 한 개 이상의 IGW에 의해 연결되어 있다는 가정하에 제안된 주소 설정 기법이다. 정기적으로 전송되는 PA(Prefix Advertisement) 메시지를 수신한 노드들은 best-prefix 선택 알고리즘을 사용해서 하나의 IGW를 선택한 후 자신의 주소를 설정한다. Best-prefix 선택 알고리즘은 각 노드가 IGW로부터 정기적으로 수신되는 PA 메시지를 통하여 자신과 가장 근접한 IGW를 자신의 기본 IGW로 선정하고 해당 IGW의 프리픽스를 사용하여 자신의 주소를 설정하는 것이다. 그러나 MANET 환경에서의 노드는 이동성이 높기 때문에 각 노드의 기본 IGW가 자주 변할 수 있으며 이로 인하여 노드의 주소도 자주 변경될 수 있다는 단점이 있다.

EMAP[12]은 MANET 노드가 인터넷에 연결되기 위해서는 IP 주소의 획득뿐만 아니라 라우팅 정보 또한 설정해야 함에 착안하여, MANET 라우팅 프로토콜(예를 들어, DYMO[13] 또는 OLSRv2[14])과 주소 설정 프로토콜을 결합시킨 기법을 제안하였다. 다시 말해서, 주소 설정을 위한 별도의 메시지를 사용하지 않고 라우팅 프로토콜의 요청 메시지와 응답 메시지를 사용하여 망 내 자신의 주소 광고 및 인터넷으로의 경로를 설정할 수 있도록 하였다. 그러나 EMAP 기법은 주소 설정을 위한 메시지 오버헤드는 감소시켰지만 특정 라우팅 프로토콜에 국한된다는 문제점을 가진다.

R. Wakikawa, et al.[15]은 MANET 노드가 두 가지 동작 모드, 즉 reactive 모드 또는 proactive 모드, 로 동작한다는 점에 착안하여 각 동작 모드에 맞는 두 가지 주소 설정 동

작 과정을 정의하였다. Proactive 동작 모드의 노드는 IGW로부터 정기적으로 전송되는 광고 메시지를 기반으로 주소를 설정한다. Reactive 동작 모드의 노드는 자신이 외부 망과의 접속이 필요해질 때 IGW에게 광고 요청 메시지를 전송함으로써 IGW로부터 광고 메시지를 수신하게 된다. 이러한 광고 메시지 및 광고 요청 메시지 구현을 위하여 Neighbor Discovery Protocol(NDP)[16] 기반 구현 방식과 라우팅 프로토콜(DYMO와 OLSRv2) 기반 구현 방식을 제안하였다.

C. E. Perkins, et al.[6]은 주소 설정 프로토콜과 AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing)[17] 프로토콜을 결합시킨 방식을 제안하였다. AODV의 RREQ(Route Request) 메시지를 사용하여 각 노드는 IGW를 발견할 수 있으며 RREQ를 수신한 IGW는 RREP(Route Reply) 메시지를 해당 노드에게 전송함으로써 노드는 자신의 주소 설정 및 IGW로의 경로를 설정할 수 있다. 이 방법 또한 EMAP 방식처럼 특정 라우팅 프로토콜에 주소 설정 방식이 국한된다는 한계를 지니고 있다.

이상과 같이 기존 IGW 기반 주소 설정 방식은 다중 홉 기반 MANET 환경에 단일 홉 기반 SAA 방식을 적용하기 위하여 MANET 라우팅 프로토콜과의 결합을 시도하였다. 그러나 이러한 시도는 라우팅 프로토콜의 수정을 요구하며 특정 라우팅 프로토콜에만 국한된다는 문제가 있다. 또한 주소자동설정 방식으로 설정된 주소의 유일성 보장을 위하여 각 노드는 DAD를 수행해야 하는 부담을 지게 된다. 따라서 본 논문에서는 다중 홉 기반 MANET 환경에서 효율적으로 동작할 수 있는 DHCP 기반 주소 설정 방식을 제안한다.

### 3. 주소 영역기반 주소할당 기법

본 논문에서 제안하는 기법은 DHCP 서버가 주소 요청 노드에게 하나의 주소를 할당하는 대신 일정 양의 주소 영역을 할당해주는 방식이다. 이를 위해 본 논문에서는 IGW가 DHCP 서버 기능을 수행할 수 있으며 일정량의 IP 주소 영역을 확보하고 있고, 각 노드는 DHCP 클라이언트 기능뿐만 아니라 DHCP 서버 기능도 할 수 있다고 가정한다. 또한 외부의 인터넷 망과 연결된 IGW는 정기적으로 RA (Router Advertisement) 메시지를 망 내에 브로드캐스트하고 이 메시지를 통하여 노드들은 IGW의 존재 또는 DHCP 서버의 존재를 알 수 있게 된다고 가정한다.

#### 3.1 주소영역 요청

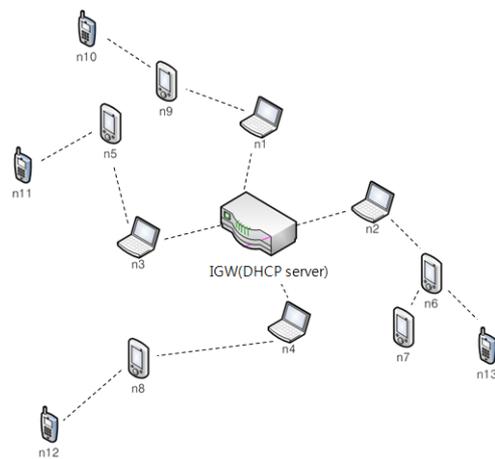
IGW가 정기적으로 전송하는 RA 메시지를 수신한 노드는 DHCP 서버의 존재를 알게 되며 주소 요청을 위하여 IGW에게 DHCP\_Request[18] 메시지를 유니캐스트로 전송한다. IGW와 주소 요청 노드 사이의 거리가 단일 홉 이상이면 IGW와 주소 요청 노드 사이 경로 상의 중간 노드들의 메시지 포워딩을 통해서 해당 메시지가 IGW에게 전달된다.

이때 DHCP\_Request 메시지를 수신한 중간 노드가 주소 요청 노드에게 제공할 수 있는 주소 영역을 가지고 있다면 자신의 주소 영역 내 일정 부분의 주소 영역을 DHCP\_Reply 메시지에 담아서 주소 요청 노드에게 응답한다. 만약 중간 노드가 주소 요청 노드에게 제공할 수 있는 주소 영역이 없다면 DHCP\_Request를 IGW에게 포워딩한다. DHCP\_Request 메시지를 수신한 IGW는 주소 요청 노드에게 할당할 주소 영역을 DHCP\_Reply 메시지에 담아 해당 노드에게 전송한다.

IGW로부터 또는 이웃 노드로부터 주소 영역을 할당 받은 노드는 할당 받은 주소 영역 내에서 하나의 IP 주소를 선택하여 자신의 인터페이스에 할당하고 이를 이용해 외부 인터넷 망과의 통신을 수행한다. 또한 주소 영역을 할당 받은 노드는 DHCP 서버 기능의 수행을 시작한다. 즉, 이웃 노드로부터 IGW로 향하는 DHCP\_Request 메시지를 수신하면 자신이 주소 요청 이웃 노드에게 할당해줄 수 있는 일정량의 주소 영역을 소유하고 있는지 확인한다. 할당해줄 수 있는 주소 영역을 가지고 있다면 DHCP\_Request 메시지를 IGW로 전달하지 않고 자신의 주소 영역 내에서 일정 주소 영역을 할당하여 이를 DHCP\_Reply 메시지에 담아 응답한다.

예를 들어, (그림 2)에서 노드 n1은 IGW에게 DHCP\_Request 메시지를 전송함으로써 주소 영역을 요청하고 이를 수신한 IGW는 자신의 주소 영역 내 일정 부분의 주소 영역을 DHCP\_Reply 메시지에 담아 n1에게 전송한다. 노드 n2, n3, n4들도 같은 방식을 통해 IGW로부터 주소 영역을 할당 받게 된다. 다음으로, 노드 n9는 주소 할당 요청을 위하여 IGW에게 DHCP\_Request 메시지를 전송한다. 노드 n9의 DHCP\_Request 메시지를 수신한 노드 n1은 자신의 주소 영역 중에서 노드 n9에게 할당해줄 수 있는 주소 영역이 있는지 확인한다. 주소 영역 할당이 가능하다면 노드 n1은 자신의 주소 영역 중에서 일부 주소 영역을 노드 n9에게 할당한다. 주소 영역 할당이 불가능하다면 노드 n1은 DHCP\_Request 메시지를 IGW를 향해 포워딩하게 된다.

본 논문에서 제안하는 방식은 망 내 노드들이 DHCP 서버로부터 주소를 할당 받기 위하여 불안정한 다중 홉 무선



(그림 2) MANET 구성의 예

통신 환경에서 메시지를 교환함으로써 발생하는 메시지 손실이나 전달 지연시간을 최소화하고자 하였다. 이를 위하여 일반 노드에게 하나의 주소가 아닌 주소 영역을 할당함으로써 일반 노드도 DHCP 서버 기능을 수행할 수 있게 하였다. 따라서 주소 요청 노드는 원거리에 위치한 DHCP 서버 대신 근거리 주변 노드로부터 주소 영역을 할당 받음으로써 주소 설정에 소요되는 지연시간과 주소 할당의 불안정성을 줄일 수 있다.

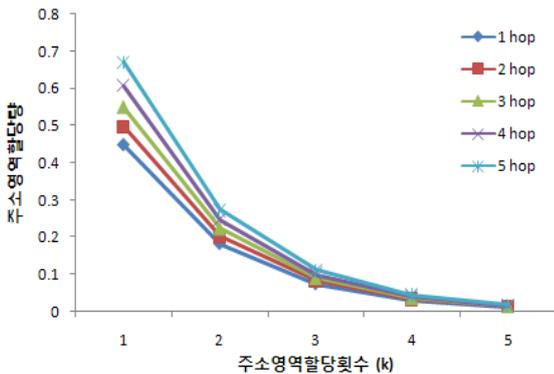
3.2 주소영역 할당

IGW 또는 할당된 주소 영역을 가지고 있는 노드가 DHCP\_Request 메시지를 수신하면 수식 (1)과 같이 자신과 주소 요청 노드와의 거리(홉 수)에 따라 할당할 주소 영역의 크기를 차등하게 결정한 후 해당 주소 영역을 주소 요청 노드에게 전달한다.

$$P_{size} = e^{-\omega_1 k + \omega_2 h} \tag{1}$$

h 는 DHCP\_Request 메시지를 전송한 주소 영역 요청 노드와의 거리(홉 수)를 의미하고, k 는 주소영역을 할당한 총 홉수,  $\omega_1$  과  $\omega_2$  는 보정계수( $\omega_1 = 0.9, \omega_2 = 0.1$ )이다. 각 노드가 할당 받은 주소 영역의 전체 크기를 1로 가정했을 때 현재 자신의 소유하고 있는 주소 영역이 0.1미만인 경우 더 이상 주소 영역을 다른 노드에게 할당하지 않고 DHCP\_Request 메시지를 IGW로 포워딩한다.

(그림 3)은 주소 영역 할당 노드와 주소 영역 요청 노드 사이의 거리 변화에 따른 주소 영역 할당량을 나타낸 것이다. 주소 영역 요청을 먼저 한 노드가 다른 노드들로부터 주소 영역 요청을 수신할 확률이 더 높다는 가정 하에 그림에서 보는 바와 같이 주소 영역 할당 홉수가 증가함에 따라 주소 영역 할당률이 점차 줄어들도록 하였다. 또한 주소 영역 요청 노드가 자신의 이전 노드에게서 주소 영역을 획득하지 못하고 2홉 거리에 있는 이전 노드에게서 주소 영역을 할당 받을 경우 자신의 1홉 거리 노드에게서 획득하게 되는 주소 영역 크기보다 더 많은 주소 영역을 획득하게 된다.



(그림 3) 거리에 따른 주소영역 할당량

이는 자신의 1홉 거리 이전 노드에게서 주소 영역을 획득하지 못했다는 것은 1홉 거리 이전 노드가 소유하고 있는 주소 영역이 충분하지 못하다고 할 수 있기 때문에, 이러한 상황에 처한 주소 영역 요청 노드에게 보다 많은 주소 영역을 할당해 줌으로써 주변 주소 영역 요청 노드들에게 주소 영역 할당 서비스를 제공할 수 있도록 하기 위함이다.

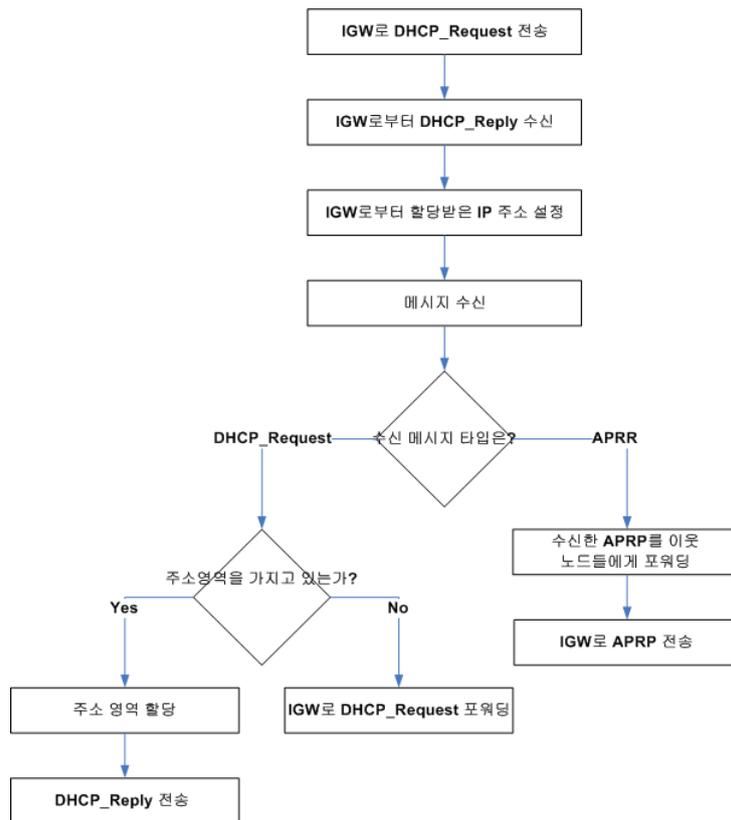
3.3 주소영역 반납

기존의 DHCP 기법에서는 노드가 할당 받은 주소를 계속해서 사용하기 위해서는 일정 시간(valid lifetime)마다 자신이 사용하는 주소의 유효시간을 DHCP 서버에 갱신해야 한다. 따라서 DHCP 메시지들이 주기적으로 교환되어야 하며 이로 인하여 네트워크 부하가 증가하게 된다. 본 논문에서는 이러한 오버헤드를 줄이기 위하여 주기적으로 주소 영역 유효시간을 갱신하는 방식을 사용하지 않는다. 즉, 노드가 할당 받은 주소 영역을 반납해야 하는 상황(IGW로부터 APRR(Address Pool Release Request) 메시지를 수신했거나 노드가 망으로부터 이탈한 경우)이 아니라면 유효시간의 갱신 없이 할당 받은 주소 영역을 계속 사용할 수 있다. 이를 위하여 DHCP 서버는 (그림 5)와 같이 주소 영역 할당 시 DHCP\_Reply 메시지의 valid-lifetime 필드의 값을 "0xffffffff"로 설정한다.

IGW는 주소 영역 요청 노드들에게 자신의 주소 영역 중 일부를 할당해주다가 주소 영역이 일정 양(예를 들어, 전체 주소 영역의 10%) 미만으로 감소하면 APRR(Address Pool Release Request) 메시지를 망 내에 브로드캐스트한다. 해당 메시지를 받은 노드들은 현재 자신이 사용 중인 주소 정보를 IGW에 알리기 위하여 APRP(Address Pool Release Reply) 메시지를 전송한다. 각 노드는 사용하지 않는 주소 영역을 IGW에 반납하기 위하여 자신이 현재 사용하고 있는 주소를 IGW에게 알려준다. 이를 수신한 IGW는 현재 망 내에서 사용하고 있는 주소들과 사용하지 않고 있는 주소들에 대한 정보를 알 수 있게 된다. 일정 양의 주소 영역을 가지고 있던 노드가 갑자기 동작을 중단하거나 망에서 사라지게 되더라도 IGW가 주소 영역 반납을 요청하게 되면 현재 망 내에 존재하는 노드들만이 자신이 사용하고 있는 주소를 IGW에게 알려주게 된다. 따라서 주소 영역을 할당 받았던 노드가 갑자기 동작을 중단하거나 망을 떠나는 등의 MANET 노드의 동적인 움직임으로 인한 주소 영역 반납 문제는 발생하지 않는다.

주소 영역을 할당 받은 노드가 더 이상 주소 영역을 사용하지 않을 경우에는 할당 받은 주소 영역을 IGW에게 반납하게 된다. 해당 노드가 IGW가 아닌 자신의 주변 노드로부터 주소 영역을 할당 받았다 하더라도 주소 영역을 반납할 때는 자신에게 주소 영역을 할당해주었던 노드가 아닌 IGW로 반납함으로써 위치가 변할 수 있는 노드의 상태 변화를 추적할 필요가 없다.

(그림 4)는 이상에서 설명한 MANET 노드에서의 주소 영역 할당 및 반납을 위한 과정을 도식화 한 것이다.



(그림 4) MANET 노드의 주소영역 할당 및 반납 흐름도

### 3.4 메시지 형식

본 논문에서는 주소요청 노드가 DHCP 서버에게 주소 영역 할당을 요청할 때 사용하기 위한 OPTION\_ADDRESS\_POOL\_REQUEST 옵션을 추가로 정의하였다. 이렇게 새롭게 정의된 DHCP 메시지 옵션은 DHCP\_Request 메시지에 (그림 5)와 같이 포함된다. 본 절에서 정의한 메시지 형식은 DHCPv6[9] 프로토콜 메시지 형식을 기반으로 한다.

DHCP 서버가 전송하는 DHCP\_Reply 메시지를 주소 영역을 할당하는데 사용하기 위하여 본 논문에서는 OPTION\_IAADDPool 옵션을 (그림 6)과 같이 추가로 정의하였다. OPTION\_IAADDPool 옵션은 할당 주소 영역이 연속된 주소일 경우에 사용하는 옵션으로 주소 영역의 처음과 끝을 알려주기 위해서 lowest IPv6 address(LOW)와 highest IPv6 address(HIGH) 필드를 정의하였다. 할당 주소 영역이 연속된 주소가 아닌 경우에는 기존 DHCP 표준에서와 같이 하나 이상의 IA 옵션을 DHCP\_Reply 메시지에 포함시킴으로써 주소 영역 할당이 가능하다.

0						1						2						3													
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
OPTION_ORD(6)												option-len																			
OPTION_ADDRESS_POOL_REQUEST(21)												requested-option-code-2																			
...																															

(그림 5) DHCP\_Request 메시지 형식

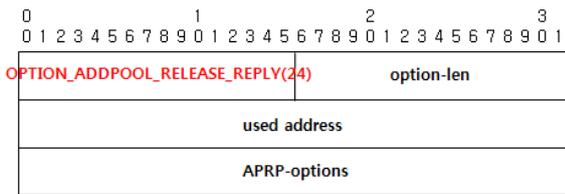
0						1						2						3													
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
OPTION_IAADDPool(22)												option-len																			
lowest IPv6 address(LOW)																															
highest IPv6 address(HIGH)																															
preferred-lifetime																															
valid-lifetime																															
IA_ADDDPool-options																															

(그림 6) DHCP\_Reply 메시지 형식-OPTION\_IAADDPool

(그림 7)과 (그림 8)은 IGW가 주소 영역 반납을 요청하고 반납 받기 위하여 사용하는 메시지의 형식이다. IGW는 망 내 노드들에게 주소 영역 반납을 요청하기 위하여 (그림 7)과 같은 APRR 메시지를 망 내에 브로드캐스트 한다. 또한 APRR 메시지를 수신한 망 내 노드들은 APRP 메시지를 IGW에 전송함으로써 자신이 현재 사용 중인 주소(used

0						1						2						3													
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
OPTION_ADDDPool_RELEASE_REQUEST(23)												option-len																			
APRR-options																															

(그림 7) APRR 메시지 형식



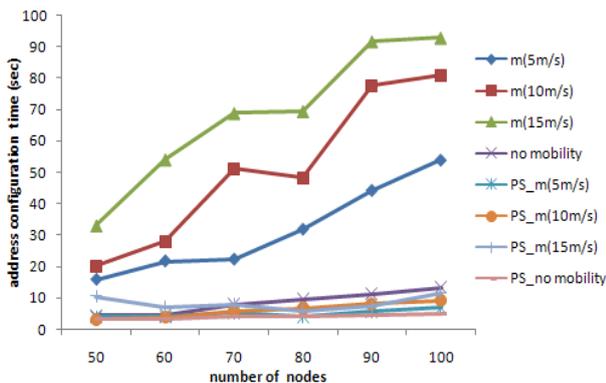
(그림 8) APRP 메시지 형식

address 필드)를 알린다. 본 논문에서는 이를 위하여 OPTION\_ADDPOOL\_RELEASE\_REQUEST와 OPTION\_ADDPOOL\_RELEASE\_REPLY 옵션을 추가로 정의 하였다.

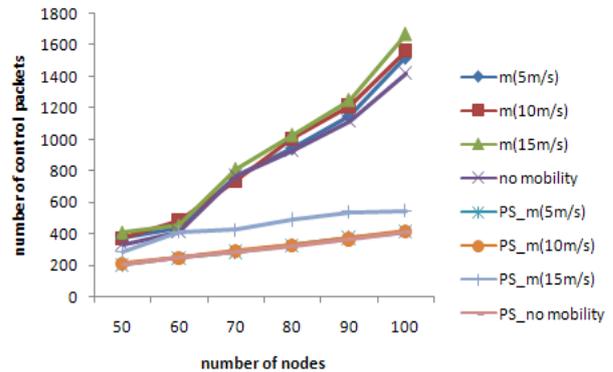
### 4. 성능 평가

본 논문에서는 ns2 기반 시뮬레이션을 통하여 제안된 주소 설정 기법의 성능을 검증하였다. 실험을 위하여 1000m x 1000m 지역 내에 한 개의 IGW와 다수의 노드 (50개 - 100개)들이 배치되었다. 노드들은 무작위로 배치되었으며 노드는 이동성이 없는 경우와 이동성이 있는 경우(5m/s, 10m/s, 15m/s)로 나누어 실험하였다. 노드의 무선 전송 범위는 250m로 했고 간섭범위는 500m로 설정하였다. MAC 계층 인터페이스는 IEEE 802.11을 사용했으며 2Mbps의 데이터 전송률을 가지도록 하였다. 제안 기법과의 성능 비교를 위하여 기존의 DHCP 주소 설정 기법을 사용하였다. 기존의 DHCP 주소 설정 기법은 IGW가 단독으로 DHCP 서버 역할을 수행하는 기법으로 IGW가 노드의 요청에 의해 하나의 IP 주소를 주소요청 노드에게 할당하는 기법이다. 성능 평가 요소로는 망 내 노드 전체가 주소 설정을 완료하는 시간과 주소 설정을 위해 소비된 제어 메시지의 수를 사용하였다. 제어 메시지는 DHCP\_Request, DHCP\_Reply, APRR, APRP 메시지를 포함한다. 실험 결과 차트에서 제안 기법은 PS로 표시되었으며 노드의 이동성이 없는 경우는 no mobility로 노드의 이동성이 있는 경우는 각기 m(5m/s), m(10m/s)와 m(15m/s)로 명시하였다.

(그림 9)는 망 내 노드 개수 변화에 따른 주소 설정 시간을 보이고 있다. (그림 9)에서 보는 바와 같이 제안된 주소



(그림 9) 주소 설정 시간



(그림 10) 제어 메시지 수

설정 기법은 노드의 이동성이 없는 경우와 이동성이 있는 경우 모두 기존 DHCP 주소 설정 기법보다 주소 설정 소요 시간을 평균 77% 정도 단축시켰다. 특히, 노드의 이동성이 없는 경우는 주소 설정 소요 시간을 45% 감소시켰고 노드의 이동성이 있는 경우에는 약 86% 감소시켰다. 이는 본 제안 기법이 노드의 이동성이 높은 MANET 환경에서 보다 더 효율적으로 동작할 수 있음을 보인 것이다.

(그림 10)은 노드 개수에 따른 제어 메시지 수를 측정한 것이다. 기존 DHCP 방식은 노드가 주소 할당을 요청하는 경우 망 내 IGW가 하나이기 때문에 해당 노드로부터 IGW로 요청 메시지가 전달되기 위해서 다중 홉 경로를 거치는 경우가 많이 발생하게 되고 이로 인하여 제어 메시지의 수가 증가하게 된다. 그러나 제안 기법은 주소 영역을 할당 받은 주변 노드로부터 주소를 획득할 수 있으므로 메시지가 다중 홉으로 전달되는 경우를 줄여 기존 방식에 비하여 제어 메시지 수를 약 61% 감소시켰다. 또한 망 내 노드의 수가 증가할수록 기존 방식의 제어 메시지 수는 제안 기법에 비하여 급격히 증가함을 볼 수 있다. 제어 메시지 수 또한 노드의 이동성이 없는 경우 70%감소를 보인 반면 노드의 이동성이 있는 경우에는 72%의 감소를 보였다.

### 5. 결론

본 논문에서는 MANET 환경에서 노드의 주소 설정 소요 시간과 제어 메시지의 수를 줄일 수 있는 새로운 주소 설정 기법을 제안하였다. 기존 DHCP 주소 설정 방법은 IGW가 단독으로 DHCP 서버 역할을 수행하며 망 내 주소 요청 노드들은 무선 다중 홉 통신을 통하여 자신의 주소 요청 메시지를 IGW에게 전달해야 한다. 따라서 노드들의 주소 요청 메시지는 무선 링크의 특성 상 전달 도중 지연이나 분실이 쉽게 발생할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 다중 홉 거리에 위치하는 IGW만이 아닌 망 내 노드들도 DHCP 서버 역할을 할 수 있게 함으로써 가능한 단일 홉 통신만으로 노드의 주소 설정이 완료될 수 있도록 하였다. 이를 위하여 각 노드는 하나의 주소 대신 일정 크기의 주소 영역을 할당 받게 되며 주소 영역을 할당 받은 노드는 이웃 노드들에게

DHCP 서버 역할을 수행하여 주소 설정을 요청하는 노드에 게 자신의 주소 영역 중 일부를 할당해주게 된다. 제안 기법은 ns2 기반의 모의실험을 통하여 그 성능을 검증하였다. 제안 기법은 기존 DHCP 기법에 비하여 주소 설정 시간과 제어 메시지 수 측면에서 각기 77%와 61%의 성능 향상을 보였다.

## 참 고 문 헌

- [1] C. E. Perkins, "Ad Hoc Networking," Addison Wesley, Boston, 2001.
- [2] E. Baccelli, "Address Autoconfiguration for MANET: Terminology and Problem Statement," IETF Internet draft: draft-ietf-autoconf-statement-04.txt, Feb., 2008.
- [3] A. P. Tayal and L. M. Patnaik, "An Address Assignment for the Automatic Configuration of Mobile Ad Hoc Networks," ACM Personal Ubiquitous Computing, 8(1), pp.47-54, Feb., 2004.
- [4] C. E. Perkins, "IP Address Autoconfiguration for Ad Hoc Networks," IETF Internet draft: draft-ietf-manet-autoconf-01.txt, Nov., 2001.
- [5] C. Bernardos, M. Calderon and H. Moustafa, "Survey of IP address Autoconfiguration Mechanisms for MANETs," IETF Internet draft: draft-bernardos-manet-autoconf-survey-04, Nov., 2008.
- [6] C. E. Perkins, J. T. Malinen, R. Wakikawa, A. Nilsson, and A. J. Tuominen, "Internet Connectivity for Mobile Ad Hoc Networks," Wiley Wireless Communication and Mobile Computing, 2(5), pp.465-482, Aug., 2002.
- [7] J. Xi and C. Bettstetter, "Wireless Multihop Internet Access: Gateway Discovery, Routing, and Addressing," Proc. Intl. Conf. on Third Gen. Wireless and Beyond (3Gwireless), May, 2002.
- [8] S. Thomson and T. Narten, "IPv6 Stateless Address Auto-configuration," IETF Internet standard: RFC 2462, Dec. 1998.
- [9] R. Droms, J. Bound, B. Volz, T. Lemon, C. Perkins, and M. Carnery, "Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)," IETF Internet standard: RFC 3315, July, 2003.
- [10] N. Moore, "Optimistic Duplicate Address Detection (DAD) for IPv6," IETF Internet standard: RFC 4429, April, 2006.
- [11] S. Ruffino, and P. Stupar, "Automatic Configuration of IPv6 Addresses for MANET with Multiple Gateways (AMG)," IETF Internet draft: draft-ruffino-manet-autoconf-multigw-03.txt, June, 2006.
- [12] F. Ros and P. Ruiz, "Extensible MANET Auto-configuration Protocol (EMAP)," IETF Internet draft: draft-ros-autoconf-emap-02.txt, March, 2006.
- [13] I. Chakeres and C. Perkins, "Dynamic MANET On-demand (DYMO) Routing," IETF Internet draft: draft-ietf-manet-dymo-17.txt, March, 2009.
- [14] T. Clausen, C. Dearlove, and P. Jacquet, "The Optimized Link State Routing Protocol version 2," IETF Internet draft: draft-ietf-manet-olsrv2-09.txt, July, 2009.
- [15] R. Wakikawa, J. T. Malinen, C. E. Perkins, A. Nilsson, and A. J. Tuominen, "Global Connectivity for IPv6 Mobile Ad Hoc Networks," IETF Internet draft: draft-wakikawa-manet-globalv6-05.txt, March, 2006.
- [16] T. Narten, E. Nordmark, W. Simpson, and H. Soliman, "Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6)," IETF Internet standard: RFC 4861, Sep., 2007.
- [17] C. E. Perkins, E. M. Royer, and S. R. Das, "Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing for IP version 6," IETF Internet draft: draft-perkins-aodv6-01.txt, Nov., 2000.
- [18] R. Droms, J. Bound, B. Volz, T. Lemon, C. Perkins, and M. Carnery, "Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)," IETF Internet standard: RFC 3315, July, 2003.

## 안 상 현



e-mail : ahn@venus.uos.ac.kr

1986년 서울대학교 컴퓨터공학과(학사)

1988년 서울대학교 컴퓨터공학과(석사)

1993년 University of Minnesota 컴퓨터학과(박사)

1988년 (주)데이콤 연구원

1994년 세종대학교 컴퓨터학과 전임강사 / 조교수

1998년~현 재 서울시립대학교 컴퓨터과학부 교수

관심분야: 애드혹네트워크, 센서네트워크, 홈 네트워크, 이동통신, 라우팅프로토콜

## 임 유 진



email : yujin@suwon.ac.kr

2000년 숙명여자대학교 전산학과(박사)

2000년 서울대학교 박사후연구원

2000년~2002년 UCLA 박사후연구원

2003년~2004년 삼성종합기술원 전문연구원

2004년~현 재 수원대학교 정보미디어학과

전임강사

관심분야: 애드혹 네트워크, 센서 네트워크, 이동통신, 라우팅 프로토콜



유 현

e-mail : finalyu@venus.uos.ac.kr

2005년 백석대학교 컴퓨터학과(학사)

2007년 서울시립대학교 컴퓨터통계학과(석사)

2007년~현 재 서울시립대학교 컴퓨터통계학과 박사과정

관심분야: 이동 애드혹 네트워크, 차량 애드혹 네트워크, 이동통신